

Contenido

Prólogo XV

1 INTRODUCCIÓN 1

- 1.1 Los orígenes de la investigación de operaciones 1
- 1.2 La naturaleza de la investigación de operaciones 3
- 1.3 El impacto de la investigación de operaciones 4
- 1.4 Algoritmos y el OR Courseware 4

2 PANORAMA SOBRE EL ENFOQUE DE MODELADO EN LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES 8

- 2.1 Definición del problema y recolección de datos 9
- 2.2 Formulación de un modelo matemático 11
- 2.3 Derivación de soluciones a partir del modelo 15
- 2.4 Prueba del modelo 17
- 2.5 Preparación para aplicar el modelo 19
- 2.6 Puesta en práctica 21
- 2.7 Conclusiones 22

3 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN LINEAL 25

- 3.1 Ejemplo prototipo 26
- 3.2 Modelo de programación lineal 32
- 3.3 Suposiciones de programación lineal 38
- 3.4 Ejemplos adicionales 45
- 3.5 Estudio de algunos casos 62
- 3.6 Conclusiones 67

4 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN LINEAL: MÉTODO SÍMPLEX 81

- 4.1 La esencia del método simplex 82
- 4.2 Preparación para el método simplex 87
- 4.3 El álgebra del método simplex 90
- 4.4 El método simplex en forma tabular 95
- 4.5 Rompimiento de empates en el método simplex 100
- 4.6 Adaptación a otras formas de modelo 103
- 4.7 Análisis posóptimo 122

| | | | |
|-----------|--|------------|-----|
| 4.8 | Paquetes de computadora | 129 | |
| 4.9 | Enfoque de punto interior para resolver problemas de programación lineal | | 131 |
| 4.10 | Conclusiones | 136 | |
| 5 | TEORÍA DEL MÉTODO SÍMPLEX | 153 | |
| 5.1 | Fundamentos del método simplex | 153 | |
| 5.2 | El método simplex revisado | 165 | |
| 5.3 | Una idea fundamental | 174 | |
| 5.4 | Conclusiones | 182 | |
| 6 | TEORÍA DE DUALIDAD Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 196 | |
| 6.1 | Esencia de la teoría de dualidad | 197 | |
| 6.2 | Interpretación económica de dualidad | 204 | |
| 6.3 | Relaciones primal-dual | 206 | |
| 6.4 | Adaptación a otras formas del primal | 210 | |
| 6.5 | Papel de la teoría de dualidad en el análisis de sensibilidad | | 215 |
| 6.6 | Esencia del análisis de sensibilidad | 217 | |
| 6.7 | Aplicación del análisis de sensibilidad | 223 | |
| 6.8 | Conclusiones | 238 | |
| 7 | OTROS ALGORITMOS PARA PROGRAMACIÓN LINEAL | 263 | |
| 7.1 | Método simplex dual | 264 | |
| 7.2 | Programación lineal paramétrica | 266 | |
| 7.3 | Técnica de la cota superior | 271 | |
| 7.4 | Algoritmo de punto interior | 274 | |
| 7.5 | Programación lineal por objetivos y sus procedimientos de solución | | 285 |
| 7.6 | Conclusiones | 292 | |
| 8 | PROBLEMAS DE TRANSPORTE Y ASIGNACIÓN | 303 | |
| 8.1 | Problema del transporte | 304 | |
| 8.2 | Método simplex simplificado para el problema de transporte | | 315 |
| 8.3 | Problema de asignación | 329 | |
| 8.4 | Conclusiones | 338 | |
| 9 | ANÁLISIS DE REDES, INCLUYENDO PERT - CPM | 353 | |
| 9.1 | Ejemplo prototipo | 355 | |
| 9.2 | Terminología de redes | 356 | |
| 9.3 | Problema de la ruta más corta | 359 | |
| 9.4 | Problema del árbol de expansión mínima | 362 | |
| 9.5 | Problema del flujo máximo | 366 | |
| 9.6 | Problema del flujo de costo mínimo | 372 | |
| 9.7 | Método simplex de redes | 378 | |
| 9.8 | Planeación y control de proyectos con PERT - CPM | | 389 |
| 9.9 | Conclusiones | 404 | |
| 10 | PROGRAMACIÓN DINÁMICA | 424 | |
| 10.1 | Ejemplo prototipo para programación dinámica | 425 | |
| 10.2 | Características de los problemas de programación dinámica | | 430 |

| | | | |
|-----------|---|------------|--|
| 10.3 | Programación dinámica determinística | 433 | |
| 10.4 | Programación dinámica probabilística | 453 | |
| 10.5 | Conclusiones | 458 | |
| 11 | TEORÍA DE JUEGOS | 470 | |
| 11.1 | Formulación de juegos de dos personas con suma cero | 471 | |
| 11.2 | Solución de juegos sencillos — Ejemplo prototipo | 472 | |
| 11.3 | Juegos con estrategias mixtas | 477 | |
| 11.4 | Procedimiento de solución gráfica | 479 | |
| 11.5 | Solución mediante programación lineal | 482 | |
| 11.6 | Extensiones | 485 | |
| 11.7 | Conclusiones | 486 | |
| 12 | PROGRAMACIÓN ENTERA | 494 | |
| 12.1 | Ejemplo prototipo | 495 | |
| 12.2 | Otras posibilidades de formulación con variables binarias | 497 | |
| 12.3 | Algunos ejemplos de formulación | 503 | |
| 12.4 | Perspectivas sobre la solución de problemas de programación entera | 511 | |
| 12.5 | Técnica de ramificación y acotamiento y sus aplicaciones a la programación entera binaria | 515 | |
| 12.6 | Algoritmo de ramificación y acotamiento para programación entera mixta | 527 | |
| 12.7 | Desarrollos recientes en la solución de problemas de PEB | 533 | |
| 12.8 | Conclusiones | 541 | |
| 13 | PROGRAMACIÓN NO LINEAL | 558 | |
| 13.1 | Algunas aplicaciones | 559 | |
| 13.2 | Ilustración gráfica de problemas de programación no lineal | 563 | |
| 13.3 | Tipos de problemas de programación no lineal | 568 | |
| 13.4 | Optimización no restringida de una variable | 574 | |
| 13.5 | Optimización no restringida de varias variables | 577 | |
| 13.6 | Las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) para optimización restringida | 582 | |
| 13.7 | Programación cuadrática | 586 | |
| 13.8 | Programación separable | 591 | |
| 13.9 | Programación convexa | 598 | |
| 13.10 | Programación no convexa | 603 | |
| 13.11 | Conclusiones | 606 | |
| 14 | CADENAS DE MARKOV | 628 | |
| 14.1 | Procesos estocásticos | 629 | |
| 14.2 | Cadenas de Markov | 630 | |
| 14.3 | Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov | 633 | |
| 14.4 | Clasificación de estados en una cadena de Markov | 635 | |
| 14.5 | Tiempos de primera pasada | 638 | |
| 14.6 | Propiedades a largo plazo de las cadenas de Markov | 640 | |
| 14.7 | Estados absorbentes | 646 | |
| 14.8 | Cadenas de Markov de tiempo continuo | 648 | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 15 | TEORÍA DE COLAS | 661 |
| 15.1 | Ejemplo prototipo | 662 |
| 15.2 | Estructura básica de los modelos de colas | 662 |
| 15.3 | Ejemplos de sistemas de colas reales | 667 |
| 15.4 | Papel de la distribución exponencial | 668 |
| 15.5 | Proceso de nacimiento y muerte | 674 |
| 15.6 | Modelos de colas basados en el proceso de nacimiento y muerte | 679 |
| 15.7 | Modelos de colas con distribuciones no exponenciales | 696 |
| 15.8 | Modelo de colas con disciplina de prioridades | 704 |
| 15.9 | Redes de colas | 709 |
| 15.10 | Conclusiones | 713 |
| | | |
| 16 | APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS | 733 |
| 16.1 | Ejemplos | 734 |
| 16.2 | Toma de decisiones | 735 |
| 16.3 | Formulación de las funciones de costo-espera | 738 |
| 16.4 | Modelos de decisión | 742 |
| 16.5 | Conclusiones | 748 |
| | | |
| 17 | TEORÍA DE INVENTARIOS | 756 |
| 17.1 | Ejemplos | 757 |
| 17.2 | Componentes de los modelos de inventarios | 759 |
| 17.3 | Modelos determinísticos | 761 |
| 17.4 | Modelos estocásticos | 772 |
| 17.5 | Conclusiones | 797 |
| | | |
| 18 | PRONÓSTICOS | 806 |
| 18.1 | Técnicas subjetivas | 807 |
| 18.2 | Series de tiempo | 808 |
| 18.3 | Técnicas de pronósticos para un modelo de nivel constante | 809 |
| 18.4 | Técnica de pronósticos para modelos con tendencia lineal | 812 |
| 18.5 | Técnica de pronósticos para un modelo de nivel constante con efecto estacional | 814 |
| 18.6 | Errores de pronóstico | 817 |
| 18.7 | Método de Box-Jenkins | 818 |
| 18.8 | Regresión lineal | 819 |
| 18.9 | Conclusiones | 826 |
| | | |
| 19 | PROCESOS MARKOVIANOS DE DECISIÓN | 833 |
| 19.1 | Ejemplo prototipo | 834 |
| 19.2 | Un modelo de decisión markoviano | 836 |
| 19.3 | Programación lineal y políticas óptimas | 839 |
| 19.4 | Algoritmo de mejoramiento de una política para encontrar políticas óptimas | 843 |
| 19.5 | Criterio de costos descontados | 848 |
| 19.6 | Conclusiones | 855 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 20 | ANÁLISIS DE DECISIÓN | 864 |
| 20.1 | Ejemplo prototipo | 865 |
| 20.2 | Toma de decisiones sin experimentación | 865 |
| 20.3 | Toma de decisiones con experimentación | 869 |
| 20.4 | Árboles de decisión | 874 |
| 20.5 | Función de utilidad | 877 |
| 22.6 | Conclusiones | 883 |

21 SIMULACIÓN 900

| | | |
|------|---|-----|
| 21.1 | Ejemplos ilustrativos | 902 |
| 21.2 | Formulación y puesta en práctica de un modelo de simulación | 909 |
| 21.3 | Diseño experimental para simulación | 919 |
| 21.4 | Método regenerativo de análisis estadístico | 926 |
| 21.5 | Conclusiones | 932 |

APÉNDICES 945

| | | |
|---|-------------------------------------|-----|
| 1 | Documentación para el OR Courseware | 947 |
| 2 | Convexidad | 951 |
| 3 | Métodos de optimización clásica | 959 |
| 4 | Matrices y operaciones con matrices | 963 |
| 5 | Tablas | 970 |

Respuestas a problemas selectos 972

Índices

Índice de autores 982

Índice temático 986